Vergleichend-anatomische Untersuchungen über die Vegetationsorgane der Kerrieen, Spiraeen und Potentilleen

von

Georg Protits.

Aus dem pflanzenphysiologischen Institute der k. k. Wiener Universität.

(Mit 1 Tafel.)

Einleitung.

Eine kleine Gruppe der grossen Familie *Rosaceae*, die in der Systematik unter dem Namen *Kerrieae* bekannt ist und nur aus drei monotypen Gattungen besteht, wird nach ihren systematischen Merkmalen in die Mitte zwischen *Spiraeeae* und *Potentilleae* gestellt.[1] Von diesen drei Arten — *Rhodotypus kerrioides* Sieb. et Zucc., *Kerria japonica* DC. und *Neviusia alabamensis* A. Gr. — ist keine bei uns einheimisch; die erste stammt aus Japan, die zweite wurde aus Gärten Ostasiens in Europa eingeführt (in China an wenigen Stellen wildwachsend) und die dritte aus Alabama. Alle drei Arten werden bei uns als Ziersträucher in Parkanlagen gezogen. Das Untersuchungsmaterial rührte durchwegs von cultivirten Pflanzen her.

In der vorliegenden Untersuchung stellte ich mir zur Aufgabe: erstens, einen allgemeinen Überblick über den anatomischen Bau der Vegetationsorgane[2] der genannten drei Arten einerseits

---

[1] Focke in Engler und Prantl: „Die natürlichen Pflanzenfamilien.“ Maximowicz in seiner Abhandlung: „Adnotationes de Spiraeaceis.“ Acta horti Petropolitani, t. VI, fasc. I, stellte alle drei Gattungen zu den Rubeen.

[2] Wurzeln habe ich nicht untersucht, da mir zu diesbezüglichen Untersuchungen kein genügendes Material zur Verfügung stand.

und dann über den der Spiraeen und Potentilleen anderseits zu gewinnen; zweitens zugleich zu untersuchen, ob die genannten drei Arten nach dem anatomischen Bau ihrer Vegetationsorgane auch unter sich und mit den erwähnten zwei Gruppen Verwandtschaftsverhältnisse erkennen lassen.

Bei der Untersuchung nahm ich besondere Rücksicht auf jene Merkmale, die auf Grund der Literatur als Basis für die Unterscheidung und Charakteristik der Gattungen verwendet werden können. So berücksichtigte ich besonders: 1. den Ort des Beginnes für die Peridermbildung, 2. den Bau des Periderms, 3. die Bestandtheile des Holzes und die der Rinde, 4. den Bau des Markes, 5. die Breite der Markstrahlen, 6. den Gefässbündelverlauf, 7. den Bau des Blattes und 8. die Trichome.

Was die Literatur über die Anatomie der *Kerrieae* anbelangt, so findet man über *Rhodotypus* und *Neviusia* noch gar keine, über *Kerria* nur einzelne sehr kurze Angaben, die ich weiter unten namhaft machen werde. Über die zwei anderen Gruppen finden sich ebenfalls nur einzelne Angaben in de Bary's „Vergleichenden Anatomie der Vegetationsorgane der Phanerogamen und Farne" und in Sanio's „Vergleichenden Untersuchungen über die Elementarorgane des Holzkörpers".[1] Die Peridermbildung der Spiraeen und Potentilleen hat Joh. Ev. Weiss[2] genauer untersucht.

Der grösste Theil des untersuchten Materials stammt aus dem botanischen Garten der Wiener Universität, und es sei mir desshalb gestattet, an dieser Stelle dem Director des botanischen Gartens, Herrn Hofrath Prof. v. Kerner, für die Überlassung des Untersuchungsmateriales meinen besten Dank auszusprechen.

Zur Untersuchung gelangten folgende Arten:

I. *Kerrieae.*

Rhodotypus kerrioides Sieb. et Zucc.,
Kerria japonica DC.,
Neviusia alabamensis A. Gr.

---

[1] Bot. Zeitung, 1863.

[2] Beiträge zur Kenntniss der Korkbildung. Denkschriften der königl. bayer. bot. Gesellschaft zu Regensburg, VI. Bd., 1890.

II. *Spiraeeae.*

Section *Chamaedryon* Ser.:

Spiraea crenata L.,
„ *oblongifolia* W. K.,
„ *chamaedryfolia* L.,
„ *ulmifolia* Scop.

Section *Calospira* C. Koch.:

Spiraea japonica L. f. *(callosa Thunbergi).*

Section *Spiraria* Ser.:

Spiraea salicifolia L.

III. *Potentilleae.*

Potentilla fruticosa L.,
„ *davurica* Poir.

I. Kerrieae.

Die untersuchten drei Gattungen, respective Arten dieser Gruppe zeigen in dem anatomischen Bau ihrer Vegetationsorgane viel Übereinstimmendes, jedoch auch wichtige Unterschiede, auf die ich im Laufe der Beschreibung besonders hinweisen werde.

Die Epidermis besteht aus relativ kleinen, nach aussen mehr oder minder stark verdickten Zellen. Unter der Epidermis findet sich bei allen drei Arten stets ein collenchymatisches Hypoderm, aus ein bis drei Zelllagen bestehend. Häufig führt das Collenchym sparsam Chlorophyll. Das chlorophyllreiche Rindenparenchym ist mindestens in zwei Zelllagen vorhanden (an sehr jungen Stengeltheilen), meist jedoch in mehreren Zelllagen, in welchem Falle die inneren Zelllagen immer chlorophyllärmer sind als die unmittelbar unter dem Hypoderm liegenden Zelllagen. Grosse, morgensternförmige Krystalldrusen aus oxalsaurem Kalk kommen häufig und zerstreut im ganzen Rindenparenchym vor.

Während bei *Rhodotypus* auf die primäre Rinde unmittelbar der Hartbast folgt, schliesst die primäre Rinde bei *Kerria* und *Neviusia*, sowie auch bei sämmtlichen von mir untersuchten Spiraeen mit einer schon in sehr jungen Stengeltheilen deutlich sichtbaren und wohl ausgeprägten „Schutzscheide“. Dieselbe ist

nicht eine Schutzscheide im Sinne Caspary's,[1] sondern (wie das auch Joh. Ev. Weiss in seiner oben citirten Abhandlung für die Schutzscheide der von ihm untersuchten Rosaceen angibt) eine einfache, nicht mit „dunklen Punkten" versehene Zellreihe. Die Zellen der Schutzscheide stehen untereinander in lückenlosem Verbande; ihre Form ist eine parenchymatische, meist etwas tangential gestreckte. Ihre Wandungen sind meistens ganz verkorkt und zeigen dann den von Höhnel[2] für Korkzellwände angegebenen Bau.

Nach Behandlung mit Kalilauge nimmt die Schutzscheide bei *Kerria*, mit Ausnahme einiger Zellen, eine gelbe, mit Chlorzinkjod eine tiefbraune Färbung an. Die Schutzscheidezellen bei *Kerria* sind nämlich zweierlei Art: zwischen den vollständig verkorkten kommen auch unverkorkte, meist Cellulose-, selten schwache Holzreaction zeigende Zellen vor. Die Cellulosereaction war am deutlichsten an den Tangentialwänden sichtbar; die letzteren zeigten auch hier und da feine Tüpfel. Dass solche in den Schutzscheidezellen überhaupt vorkommende, Cellulosereaction zeigende Zellen wirkliche Durchgangsstellen repräsentiren, wurde von Schwendener[3] auf experimentellem Wege nachgewiesen. Dadurch, dass diese Zellen (Durchgangszellen) für wässerige Lösungen permeabel sind, wird es erklärlich, dass die primäre Rinde bei *Kerria* verhältnissmässig lange erhalten bleibt, während sie bei *Neviusia* und (was ich schon hier betonen muss) bei den sämmtlichen von mir untersuchten Arten der Gattung *Spiraea* — bei welchen alle Schutzscheidezellen gleichfalls vollständig verkorkt sind — sehr frühzeitig abstirbt.

Von den Hartbastinseln ist die Schutzscheide nur durch ein bis zwei Lagen von — den Rindenparenchymzellen vollständig ähnlichen und tangential gestreckten — Zellen getrennt. Die Hartbastinseln, die durch breite Markstrahlen getrennt sind, bilden kleinere oder grössere Gruppen, die meist nur aus zwei Zelllagen bestehen.

---

1 Pringsheim, Jahrb. I und IV.

2 Bekanntlich besteht nach Höhnel die Korkzellwandung im Allgemeinen aus fünf, eventuell aus drei Lamellen: aus der Mittellamelle, Suberinlamelle und aus dem Celluloseschlauch.

3 „Die Schutzscheide und ihre Verstärkungen." Abhandlungen der königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin, J. 1882.

Die Wandungen der Hartbastzellen selbst sind meist sehr stark verdickt, so dass das Lumen der Zellen am Querschnitte oft nur als ein kleines Pünktchen erscheint. In den meisten Fällen sind die Wandungen von vielen Porencanälen durchzogen. Auch Schichtung der Zellwandungen war nicht selten zu sehen. Nach Behandlung mit Phloroglucin und Salzsäure färbten sich die Bastfasern intensiv rothviolett, besonders aber die Mittellamellen, welche dadurch sehr deutlich sichtbar wurden.

Der Weichbast besteht aus Bastparenchym, Siebröhren und aus kleinen, Krystalldrusen führenden Zellen, die nach de Bary[1] Krystallschläuche zu nennen wären.

Das primäre Holz besteht aus Schraubengefässen und Holzparenchym.

Das secundäre Holz besteht aus Gefässen, Tracheiden, Holzparenchym und Ersatzfasern. Libriform konnte ich bei dieser Gruppe nicht finden. Die bald kurz-, bald langgliederigen Gefässe sind meist radial angeordnet, jedoch nicht selten in Gruppen zu zweien oder zu dreien oder auch zerstreut. An Querschnitten zeigen sie meist einen runden, seltener elliptischen Contour. Ihre Wandungen sind mit runden oder länglichen, nicht selten auch stark in die Quere gezogenen Hoftüpfeln versehen. Selbst netzförmig verdickte Gefässe kommen hie und da vor. Was die Perforation der Gefässe anbelangt, so ist sie meist eine vollständige: rund oder elliptisch, einfach. Bei *Rhodotypus* kann man nicht selten auch leiterförmige Perforation beobachten. Bei *Kerria* fand ich ausser der einfachen noch eine zweite Art der Gefässperforation, nämlich eine unvollkommene Durchbrechung der Gefässquerwände, welche aus zahlreichen, nicht grossen, runden oder elliptischen Poren besteht. Sowohl die erstere als die letztere Art der Perforirung fand ich meist in der Nähe des primären Xylems. Auch nicht durchbrochene, sondern mit einfachen Tüpfeln versehene, meist schiefe Querwände habe ich öfters beobachtet.

Die Wandungen der ziemlich dickwandigen und ebenfalls mit behöften Tüpfeln versehenen Tracheiden zeigen nicht selten eine zarte schraubenförmige Verdickung.

Das spärlich vorkommende Holzparenchym ist meist in der Nähe der Gefässe zu finden; seine mehr dünnwandigen Zellen sind

[1] Vergl. Anatomie der Vegetationsorgane, S. 145.

acht- bis zehnmal länger als breit. Ersatzfasern, welche reichlich vorhanden sind, kommen zerstreut zwischen den Tracheiden vor.

Das Mark ist bei dieser Gruppe sehr mächtig entwickelt und besteht aus dreierlei Zellformen. Die peripheren Markzellen sind stark verdickt, sklerotisch; ihre dicken Wandungen sind von zahlreichen Porencanälen durchzogen. Alle diese peripheren Zellen erwiesen sich meist als tangential gestreckt, führen reichlich Stärke und bilden einen mächtigen Ring an der Peripherie des Markes, eine Markscheide im Sinne Wiesner's.[1] Den mittleren, weitaus grössten Theil des Markes erfüllen grosse isodiametrische, dünnwandige und sparsam mit länglichen Tüpfeln versehene leere Zellen. Zwischen diesen zerstreut liegt die dritte Form der Markzellen, die viel kleiner, meist auch etwas dickwandiger und fast ganz von grossen morgensternförmigen Krystalldrusen erfüllt sind. Am Längsschnitte sieht man dann diese krystallführenden Zellen, besonders in der Nähe der Peripherie des Markes, in continuirlichen Längsreihen. Das mittlere Mark zeigte keine Holzreaction, aber auch mit Chlorzinkjod behandelt zeigte es keine Cellulosereaction; letztere erhielt ich erst nach Behandlung mit Jod und Schwefelsäure.

Nach Behandlung junger Stengelquerschnitte mit Phloroglucin und Salzsäure tritt ein zwischen Markscheide und den primären Gefässbündeln liegendes unverholztes Gewebe deutlich auf, so dass man beim ersten Anblick an das Bild bicolateral gebauter Stämme erinnert wird. Dieses Gewebe, welches dem Weichbast sehr ähnlich ist und nach Raimann[2] „intraxyläres Cambiform“ zu nennen wäre, verholzt jedoch schon am Ende der ersten Vegetationsperiode. Am Längsschnitte erscheint es als dünnwandiges, langgestrecktes Holzparenchym.

Die Markstrahlen sind von sehr ungleicher Breite. In der Regel verlaufen zwischen je zwei breiteren Markstrahlen mehrere schmale, die meist nur aus ein bis zwei Zelllagen bestehen. Nicht selten werden die breiten Markstrahlen neun, ja manchmal auch zehn Zellen breit. Beim Eintritt in die Rinde (Rindenmarkstrahlen) verbreitern sie sich und umgeben die Hartbastinseln theilweise

[1] Anatomie und Physiologie der Pflanzen, 3. Aufl., S. 127.

[2] Über unverholzte Elemente in der innersten Xylemzone der Dicotyledonen. Diese Sitzungsber., Bd. XCVIII, Abth. I, 1889.

mit einer Zelllage. Auch die Höhe der Markstrahlen ist sehr verschieden; die breiten Markstrahlen sind meist 40—50 Zellen hoch. Die einzelnen Markzellen sind ebenso oder in höherem Grade dickwandig als die peripheren Markzellen und meist radial, noch mehr aber axial gestreckt. So wie die peripheren Markzellen führen auch die Markstrahlen reichlich Stärke, hie und da auch Krystalle.

Während die Markstrahlen bei der ganzen Gruppe schon makroskopisch sehr deutlich sichtbar sind, sind die Jahresringe makroskopisch fast gar nicht oder nur mit grosser Mühe zu erkennen; mikroskopisch betrachtet, erscheint die Jahrringgrenze in der Regel ziemlich deutlich.

Was die Peridermbildung anbelangt, nämlich den Ort des Beginnes für die Peridermbildung, so ist sie bei den in Rede stehenden — im System zu einer und derselben Gruppe gestellten — drei Gattungen sehr verschieden und höchst charakteristisch. Während nämlich die Peridermbildung bei *Rhodotypus* in der ersten unterhalb der Epidermis gelegenen Zellreihe erfolgt, nimmt die Peridermbildung bei *Kerria* und *Neviusia* und — was ich schon hier betonen muss — bei den sämmtlichen von mir untersuchten Spiraeen ihren Beginn unterhalb der verkorkten Schutzscheide, mit welcher die primäre Rinde schliesst. Es werden, zunächst der Form nach, den Schutzscheidezellen völlig ähnliche Peridermzellen gebildet, und zwar in centripetaler Reihenfolge. Erst nach der Bildung der dritten oder vierten Peridermzelle treten Phellodermzellen auf. Phelloidzellen kommen nicht vor.

In den Blattstielen ist das Hypoderm von dem unmittelbar darauffolgenden chlorophyllführenden Parenchym nicht scharf abgesetzt, sondern bildet einen allmäligen Übergang und zeigt meist nur in der ersten unmittelbar unter der Epidermis liegenden Zelllage eine collenchymatische — oder wenigstens eine Andeutung collenchymatischer — Verdickung. Der Gefässbündelverlauf erwies sich bei der ganzen Gruppe als constant und stimmt mit dem für die meisten Rosaceen[1] angegebenen vollkommen überein, besonders

[1] Louis Petit gibt in seiner Abhandlung: „Le petiole de Dicotyledones“ — welche ich leider nur aus dem in den Annales des sciences naturelles, 1887, enthaltenen Resumé kenne — über den Gefässbündelverlauf der Rosaceen Folgendes an: „Le système libéro-ligneux débute par

aber mit dem der Gattung *Rubus*.[1] Von den drei in den Blattstiel eintretenden Gefässbündeln wird das centrale zum Medianus, während die zwei seitlichen die Seitennerven erster Ordnung bilden.

Der anatomische Bau der Blattlamina dieser drei Arten stimmt mit dem normalen Bau der Dicotylenblätter überein; einige specifische Unterschiede werde ich bei der Einzelbeschreibung der Arten angeben. Spaltöffnungen und Trichome waren nur auf der Unterseite des Blattes zu finden. Sowohl im Grundgewebe des Blattstieles, als in der Blattlamina kommen Krystalldrusen von oxalsaurem Kalk ziemlich häufig vor.

Die Trichome sind bei der ganzen Gruppe immer nur einzellig, ziemlich dickwandig und mehr oder minder verholzt. Das Lumen der Haare ist an der Basis immer zwiebelartig angeschwollen und enthielt in dieser Erweiterung eine gelbe, nicht näher untersuchte Masse. Auffallend und höchst charakteristisch sind die mit warzigen Vorsprungsbildungen versehenen Haare von *Kerria* und *Neviusia*.

Merkwürdig ist, dass von Gerbstoff, der bei den Rosaceen so allgemein verbreitet ist, nicht die geringste Spur zu finden war.

Es folgt nun die anatomische Charakteristik der drei Arten.

Rhodotypus kerrioides.

Die Epidermis besteht aus relativ grossen, nach aussen stark verdickten Zellen. Das Hypoderm, welches aus tangential gestreckten, spärlich chlorophyllführenden collenchymatischen Zellen besteht, ist sowohl im Stengel, als im Blattstiele in drei Zelllagen vorhanden. Chlorophyllreiches Rindenparenchym tritt in zwei Zelllagen, jedoch nur bei sehr jungen Stengeltheilen scharf abgegrenzt, bei etwas älteren hingegen findet sich ein

---

trois faisceaux qui plus loin se soudent entre eux. Chaque faisceau latéral éme soit avant, soit après sa reunion au faisceau median, un faisceau lateral, qui a son tour, peut donner naissance à un autre faisceau. Cette disposition est constante chez toutes le Rosacées et ne se retrouve pas ailleurs.“ Es sei schon hier bemerkt, dass ich bei allen Arten der Gattung *Spiraea* in den Blattstiel immer nur ein Gefässbündel eintreten sah, was auch Petit für manche Rosaceen angibt.

[1] K. Fritsch: Anatomisch-systematische Studien über die Gattung *Rubus*. Diese Sitzungsber., Bd. XCV, I. Abth., 1887.

allmäliger Übergang in das darauffolgende chlorophyllärmere Rindenparenchym.

Der aus zwei bis drei Zelllagen bestehende und von breiten Markstrahlen durchbrochene Hartbast setzt sich aus sehr dickwandigen Bastzellen zusammen. Der Weichbast besteht aus Siebröhren, Bastparenchym und aus kleinen, Krystalldrusen führenden Zellen. Merkwürdig ist, dass das unmittelbar auf den Hartbast folgende Parenchym, welches topographisch als Bastparenchym zu bezeichnen wäre, vom Rindenparenchym nicht zu unterscheiden ist, da es auch Chlorophyllreste enthält; auch diese Parenchymzellen sind es, welche kleine Krystalldrusen enthalten.

Das secundäre Holz besteht der Hauptmasse nach aus Tracheiden, die ungemein zart schraubenförmig verdickt und mit runden Hoftüpfeln versehen sind. Die bald eng-, bald weitlumigen Gefässe bilden meist radiale Reihen. Ihr Durchmesser = 0·018—0·023 *mm*; der der Tracheiden 0·01—0·013 *mm*. Die Wandungen der Gefässe sind mit runden Hoftüpfeln versehen. Ausser der einfachen Perforation, der horizontalen bis sehr schief geneigten Querwände der Gefässe, tritt nicht selten auch leiterförmige Perforation der schiefen Querwände ein. Gefässe mit sehr in die Quere gezogenen Hof- oder einfachen Tüpfeln kamen äusserst selten vor. Das langzellige, ziemlich dickwandige Holzparenchym ist meist um die Gefässe gruppirt, jedoch auch zwischen Tracheiden eingebettet. Ersatzfasern sind zwischen Tracheiden zerstreut gelagert. Die beiden letzteren Elemente führen reichlich Stärke.

Das mittlere, nicht verholzte Mark besteht aus grossen, isodiametrischen leeren Zellen, deren Wandungen mit ziemlich grossen elliptischen Tüpfeln versehen sind. In der Nähe der Markscheide, hie und da auch zerstreut vorkommende kleinere Zellen führen Drusen von oxalsaurem Kalk, die am Längsschnitte als lange continuirliche Reihen zu sehen sind. Die reichlich stärkeführende Markscheide ist vom mittleren Mark nicht scharf abgegrenzt; sie besteht aus dickwandigen, verholzten, verhältnissmässig kleinen Zellen. Ihre Wände sind mit zahlreichen kleinen Tüpfeln versehen.

Die breiten, ebenfalls reichlich stärkeführenden Markstrahlen sind bis zu neun Zellen breit. Die einzelnen dickwandigen Zellen

der breiten Markstrahlen sind meist cubisch, jedoch auch häufig axial gestreckt, in späteren Jahrringen (besonders die Rindenmarkstrahlzellen) sind sie oft tangential gestreckt. Die Grösse der einzelnen Markstrahlzellen: $r = 0{\cdot}01$—$0{\cdot}0291$, $h = 0{\cdot}018$ bis 0·031, $t = 0{\cdot}01$—$0{\cdot}021$ *mm.*[1] Die zwischen den breiten Markstrahlen vorkommenden meist einzelligen Markstrahlen bestehen aus durchaus radial gestreckten (am Querschnitte elliptisch erscheinenden) Zellen. Alle Markstrahlzellen sind mit kleinen Tüpfeln versehen.

Das Phellogen, welches in centripetaler Reihenfolge die Peridermzellen bildet, entsteht in der ersten unterhalb der Epidermis gelegenen Zellreihe. Die einzelnen Peridermzellen sind eher dünn- als dickwandig und stark abgeplattet (tangential gestreckt).

Die drei in den oberseits stark rinnigen Blattstiel eintretenden Gefässbündel besitzen keine Hartbastbelege (wie das z. B. bei *Potentilla* der Fall ist).

Die Blattlamina, welche auf der Unterseite stark behaart und mit zahlreichen zerstreut liegenden Spaltöffnungen versehen ist, zeigt am Querschnitte folgenden Bau. Unter der grosszelligen, nach aussen stark verdickten oberen Epidermis sind die Pallisadenzellen regelmässig in zwei Zelllagen vorhanden. Auf dieselben folgen zwei Zellreihen von meist dichtgedrängten, nur sehr kleine Lufträume bildenden, runden Zellen. Die unteren Epidermiszellen sind viel kleiner und zarter. Auffallend sind die grossen, meist zwischen Pallisadenzellen liegenden Einzelkrystalle und Drusen von oxalsaurem Kalk. Die letzteren kommen auch im Blattstiele zahlreich vor.

Die langen einzelligen Haare zeigen mit Phloroglucin und Salzsäure behandelt, eine deutliche Holzreaction. Es mag hier noch folgende Erscheinung nicht unerwähnt bleiben. Nach Behandlung mit Phloroglucin und Salzsäure oder auch mit Chlorzinkjod zeigen die Haare eine sehr schöne meist doppelschraubige Structur, die der schraubenförmigen Verdickung täuschend ähnlich sieht. Die Erscheinung dürfte jedenfalls eine Folge der Quellung sein, da die Haare auch nach Behandlung mit Kali-

---

[1] r = radial, h = axial, t = tangential.

lauge dieselbe Structur zeigten; jedoch wurden sie von diesem Reagenz bald zerstört.

Kerria japonica.

Die Epidermis besteht aus isodiametrischen, meist aber aus etwas radial gestreckten (oft flaschenförmigen), nach aussen stark verdickten Zellen. Die der Cuticula aufliegende Glasur erreicht eine Dicke von 5 μ und ist, wie die Cuticula selbst, geschichtet.[1] Die Angabe Wiesner's[2], dass die Glasurschicht dem Dickenwachsthum des Internodiums folgt, kann ich hier nur bestätigen. Das collenchymatische Hypoderm, welches meist aus schwach kantigen oder rundlichen Zellen besteht, ist in bloss einer Zelllage vorhanden und nur an den Kanten des Stengels wird es verdoppelt. An den etwas älteren Stengeln sind die Hypodermzellen mit feinen Tüpfeln versehen. Chlorophyllreiches Rindenparenchym ist immer in mehreren (meist 6—7) Zellreihen vorhanden.

Die primäre Rinde schliesst mit einer wohlausgeprägten Schutzscheide, welche (wie oben im allgemeinen Theile erwähnt wurde) von den Hartbastzellen nur durch ein bis zwei Zelllagen, den Elementen des Rindenparenchyms völlig ähnlichen Zellen getrennt wird. Sowohl die vor der Schutzscheide als die innerhalb der Schutzscheide liegende Zellreihe führt spärlich Stärke. Die einzelnen Zellen der Schutzscheide sind dünnwandig; am Querschnitte zeigen sie meist einen quadratischen oder etwas tangential gestreckten Contour. Die meisten Zellen der Schutzscheide sind vollständig verkorkt; die Durchgangszellen zeigen eine deutliche Cellulosereaction, nur hie und da eine schwache Holzreaction. Ich muss hier bemerken, dass ich die unverkorkten Durchgangszellen nur an jungen Stengeltheilen mit Sicherheit nachweisen konnte; an älteren Stellen verkorken auch diese Durchgangszellen vollständig, so dass dann die ganze Schutzscheide ausschliesslich aus vollständig verkorkten Zellen besteht. Später verdicken sich die Schutzscheidezellen gleichmässig.

Wie schon im allgemeinen Theile erwähnt wurde, wird durch diese Durchgangszellen die Communication der inneren

---

[1] De Bary: Vergl. Anatomie der Vegetationsorgane p. 87 und 88.

[2] Über krystallinische Beschaffenheit der geformten Wachsüberzüge pflanzlicher Oberhäute. Bot. Zeitung 1876. p. 225.

Gewebe mit der primären Rinde ermöglicht, in Folge dessen die primäre Rinde verhältnissmässig lange lebend erhalten (reichlich chlorophyllführend) bleibt. Auch mit freiem Auge sieht man selbst bei mehrjährigen Stengeln eine lebhaft grüne Rinde.

Die Wandverdickung der Bastfasern ist eine sehr bedeutende; an Querschnitten ist die Schichtung ohne jede Präparation deutlich zu sehen. Im Weichbaste konnte ich nur hie und da einzelne Zellen finden, die winzige Einzelkrystalle oder Krystalldrusen führten,

Das Holz besteht der Hauptmasse nach aus Tracheiden. Die meist kurzgliedrigen, dickwandigen Gefässe sind radial oder zerstreut angeordnet. Ihre Wandungen sind grösstentheils mit stark in die Quere gezogenen Hoftüpfeln versehen und erscheinen deshalb meist als Netzgefässe. Ausserdem kommen auch Gefässe mit runden Hoftüpfeln vor. Die meist horizontalen Querwände der Gefässe sind in der Regel vollständig resorbirt; jedoch fand ich, und zwar in der Nähe des primären Xylems auch unvollständig oder gar nicht resorbirte Querwände; in letzterem Falle war die Querwand mit zahlreichen länglichen Tüpfeln versehen.[1] Leiterförmige Perforation konnte ich nicht beobachten. Die mit runden Hoftüpfeln versehenen ziemlich dickwandigen Tracheiden zeigen stellenweise sehr schöne schraubenförmige Verdickung. Der Durchmesser der Gefässe beträgt 0·01—0·031 *mm.*

Das mehr dickwandige und aus stark axial gestreckten Zellen bestehende Holzparenchym kommt meist in der Nähe der Gefässe vor. Seine Zellen, die mit kleinen einfachen Tüpfeln versehen sind, haben eine zehnfach grössere Länge als Breite. Die den Gefässen unmittelbar anliegenden Holzparenchymzellen sind reichlich mit grösseren einfachen Tüpfeln versehen, viel mehr als die anderen. Ersatzfasern sind noch in grösserer Menge vorhanden als bei der vorigen Art. Sie sind meist zwischen Tracheiden gelagert und besonders schön an Tangentialschnitten zu sehen.

Am weichen Holze sind die Markstrahlen schon makroskopisch sehr deutlich sichtbar. Jahrringgrenze makroskopisch nicht, mikroskopisch durch die Verdickung der Herbstholz-

[1] Solche Gefässquerwände wurden schon öfters beobachtet. Näheres hierüber: Rodham „Zur Kenntniss der Gefässquernetze.“ Berichte der d. b. G. Berlin, 1890. p. 188.

elemente und durch das Auftreten weitlumigeren Frühjahrsgefässe deutlicher sichtbar als bei der vorigen Art.

Die aus tangential gestreckten, sehr verdickten, sklerotischen Zellen bestehende Markscheide umgibt das mittlere sehr mächtig entwickelte Mark als ein dicker Cylinder. Ihre Zellen sind mit zahlreichen runden oder etwas länglichen Tüpfeln versehen und führen reichlich Stärke. Das Mark, welches schon von Rosanoff[1] untersucht wurde, führt ausser der eben erwähnten mehrreihigen Markscheide noch zweierlei dünnwandige spärlich getüpfelte Zellen. Die einen sind sehr gross, meist polyedrisch und führen nur Luft; die anderen sind klein, axial gestreckt und enthalten Krystalldrusen von oxalsaurem Kalk, welche am Querschnitte das ganze Zelllumen einzunehmen scheinen. An Längsschnitten sieht man aber, dass sie entweder der Zellhaut aufsitzen, oder (was meist der Fall ist) an mehreren kürzeren oder längeren, breiteren oder schmäleren Cellulosebalken frei aufgehängt sind (die bekannten „Rosanoff'schen Krystalle"). Die Krystalldrusen selbst sind — wie das schon Rosanoff gefunden hat — mit einer sehr dünnen, zarten Cellulosehaut umgeben, die man erst nach Auflösung der Krystalle mit Säuren sehen kann. An manchen Längsschnitten sieht man diese Rosanoff'schen Krystalle in langen continuirlichen Reihen das Mark durchsetzen.

Die breiten Markstrahlen sind bis neun Zellen breit und bestehen aus dickwandigen cubischen, radial oder noch mehr axial gestreckten Zellen. Die Zellen der einreihigen Markstrahlen sind kleiner, elliptisch, radial gestreckt. ($r = 0 \cdot 06 - 0 \cdot 012\, mm$); die Grösse der breiten Markstrahlzellen: $r = 0 \cdot 07 - 0 \cdot 03$, $h = 0 \cdot 013 - 0 \cdot 031$; $t = 0 \cdot 007 - 0 \cdot 015\, mm$. Ausser stärkeführenden sind auch grosse Einzelkrystalle führende Markzellen vorhanden.

Das Periderm entsteht unmittelbar innerhalb der Schutzscheide und zwar so (wie schon im allgemeinen Theile erwähnt wurde), dass zunächst den Schutzscheidezellen der Grösse und der Form nach völlig ähnliche Peridermzellen gebildet werden; nach der dritten oder vierten Peridermzelle treten auch Phellodermzellen auf.

---

[1] Bot. Zeitung 1865 und 1867.

Unter der nach aussen ziemlich verdickten oberen Epidermis der Blattlamina sind die Pallisadenzellen meist in einer Zelllage typisch ausgebildet; die unmittelbar darunter liegenden nähern sich schon vielmehr den runden, grosse Lufträume bildenden Schwammparenchymzellen. Krystalldrusen kommen zerstreut vor, selbst in den Epidermiszellen beobachtete ich kleine Drusen von oxalsaurem Kalk. Sehr charakteristisch erscheinen die Haare, deren Wände aussen mit kleinen warzenförmigen Vorsprungsbildungen versehen sind. Diese letzteren stehen dicht gedrängt und reichen von der Spitze bis zum zwiebelartig erweitertem Grunde des Haares. Haare gleicher Ausbildung wie die eben beschriebenen sind auch an den Blattstielen wie an jungen Stengeltheilen, am reichlichsten jedoch an der Blattunterseite vorhanden.

Neviusia alabamensis.

Epidermiszellen klein, verhältnissmässig dünnwandig. Das collenchymatische chlorophyllführende Hypoderm besteht aus drei Zelllagen und hebt sich von dem darauffolgenden Rindenparenchym stark ab. Das letztere besteht aus sehr grossen polyedrischen meist sechskantigen typischen Parenchymzellen, welche grössere oder kleinere Intercellularräume bilden. Diese Zellen sind meist leer oder sie führen sehr spärlich Chlorophyll, noch seltener Krystalldrusen.

Die Schutzscheide ist auch hier von dem Hartbast nur durch ein bis zwei Zelllagen getrennt, auch ist sie an jungen Stengeltheilen weniger auffallend und von den unmittelbar angereihten Rindenparenchymzellen, die dieselbe Form und Grösse haben, kaum zu unterscheiden. Erst nach Behandlung mit Chlorzinkjod wird die Schutzscheide deutlich sichtbar, indem sich ihre Zellen gelbbraun färben. Die etwas tangential gestreckten Zellen sind total verkorkt, und es finden sich in der ganzen Schutzscheide keine Durchgangszellen. Dadurch, dass alle Schutzscheidezellen total verkorkt sind, findet das zeitliche Absterben der primären Rinde seine Erklärung. Man sieht nämlich schon an jungen Stengeltheilen, dass die Rinde gelb gefärbt ist, und man möchte nach dem Aussehen derselben vermuthen, dass Peridermbildung bereits eingetreten sei. Am Querschnitte unter dem Mikroskope

sieht man aber, dass die primäre Rinde gelb gefärbt ist und abstarb, ohne vorher Periderm gebildet zu haben, zum Beweise, dass die Schutzscheidezellen für Nährstoffe impermeabel sind. Die ursprünglich ganz gleichmässig dickwandigen Zellen der Schutzscheide erfahren später eine stärkere Verdickung der äusseren Tangentialwände und der äusseren Hälfte der Radialwände.

Die Hartbastzellen sind sehr verdickt und verholzt; ihr Lumen erscheint am Querschnitte als ein kleines Pünktchen.

Das Holz besteht auch hier der Hauptmasse nach aus Tracheiden. Die mehr dünn- als dickwandigen Gefässe liegen zerstreut oder in Gruppen, seltener in radialen Reihen. Ihre Wandungen sind meist mit sehr dicht gelagerten kleinen Hoftüpfeln versehen. Ihr Durchmesser beträgt 0·015—0·03 *mm*. Die meist schiefen Querwände der Gefässe erscheinen einfach perforiert. Die Tracheiden sind weniger dickwandig und ebenfalls mit runden Hoftüpfeln versehen; eine schraubenförmige Verdickung ihrer Wände habe ich nur hie und da sehen können. Das spärlich vorkommende und nur an Gefässe lagernde Holzparenchym ist dünnwandig; des letzteren Zellen sind acht- bis zehnmal länger als breit und spärlich mit feinen einfachen Tüpfeln versehen. Ersatzfasern kommen zerstreut vor. Jahrringgrenze makroskopisch nicht, mikroskopisch ziemlich deutlich sichtbar.

Die Markscheide besteht nur aus einigen Zellreihen. Ihre Zellen sind meist rund, mässig verdickt und mit zahlreichen kleinen einfachen Tüpfeln versehen; auch führen sie weniger Stärke als die der vorigen Art. Das mittlere Mark ist fast genau so gebaut, wie das der vorigen Art, nur mit dem Unterschiede, dass wir hier in den kleinen axial gestreckten Zellen keine „Rosanoff'schen Krystalle“ finden, sondern immer nur der Zellhaut aufsitzende oder nur sehr kurz gestielte kleine Drusen, hie und da auch zwei Drusen in einer Zelle.

Die breiten Markstrahlen umfassen in tangentialer Richtung bis zu neun Zellen. Die einzelnen Markstrahlzellen sind mehr axial als radial gestreckt und weitaus dickwandiger als die Markscheidezellen. Ihre Grösse ist durch folgende Werthe ausgedrückt: $r = 0·01—0·029$, $h = 0·01—0·039$, $t = 0·01—0·013$ *mm*.

Unter der dickwandigen Blattstielepidermis ist das collenchymatische Hypoderm nur in einer Zelllage vorhanden. Auf das

darauffolgende zweireihige chlorophyllreiche Rindenparenchym folgt plötzlich das grosszellige krystalldrusenführende Grundparenchym.

Die obere Epidermis der Blattlamina besteht aus verhältnissmässig dünnwandigen gestreckten Zellen, in denen nicht selten kleine Drusen vorkommen. Pallisadenzellen sind in einer Zelllage vorhanden; das darauffolgende Schwammparenchym erscheint durch ziemlich grosse Lufträume (besonders in der Nähe der Spaltöffnungen) gelockert. Die unteren Epidermiszellen sind meist um die Hälfte kleiner als die der oberen Epidermis. Die Schliesszellen mit den unmittelbar in ihrer Nähe stehenden Zellen bilden kleine Erhebungen.

Die charakteristischen mit kleinen warzigen Vorsprungsbildungen versehenen Haare sind bei dieser Art noch zahlreicher als bei der vorigen Art und kommen ebenfalls, sowohl an Blattstielen als auch an der Blattunterseite und auf jungen Stengeln zahlreich vor.

Die der Schutzscheide völlig ähnlichen, auf der Aussenseite und auf der äusseren Hälfte der radialen Wände etwas verdickten Peridermzellen erfahren später eine ziemlich starke Tangentialstreckung.

II. Spiraeeae.

Von den Spiraeen untersuchte ich nur die Gattung *Spiraea*. Alle von mir geprüften Arten derselben zeigten in dem anatomischen Bau ihrer Vegetationsorgane sehr viel Übereinstimmendes; etwaige charakteristische Merkmale der Arten werden bei der Einzelbeschreibung derselben hervorgehoben.

Die verhältnissmässig kleinen Epidermiszellen des Stengels sind nach aussen nie so stark verdickt wie bei der vorigen Gruppe. Das Hypoderm ist regelmässig in drei Zelllagen vorhanden; die Zellen desselben zeigen, besonders an den Kanten des Stengels, eine deutliche Holzreaction. Sowohl das Rindenparenchym als das eben erwähnte Hypoderm findet man schon an jüngeren Stengeltheilen mehr minder braun gefärbt, bereits abgestorben. Dieses frühzeitige Absterben der primären Rinde wird auch hier durch die total verkorkte Schutzscheide, mit welcher die primäre Rinde abschliesst, verursacht, nur mit dem

Unterschiede, dass das Absterben derselben noch früher eintritt. Die Schutzscheidezellen sind an den äusseren Tangentialwänden und auf der äusseren Hälfte der Radialwände verdickt. Auch hier ist die Schutzscheide vom Hartbast durch zwei Zelllagen getrennt, deren Elemente denen des Rindenparenchyms ähnlich sind. Die Peridermbildung erfolgte bei den sämmtlichen untersuchten Arten der Gattung *Spiraea* ebenfalls innerhalb der Schutzscheide, genau so, wie bei den letzten zwei Arten der vorigen Gruppe.[1]

Der Hartbast ist bei manchen Arten nur in ein bis zwei Zelllagen vorhanden, bei anderen dagegen kommt er in mehreren Zelllagen vor. Die einzelnen Hartbastzellen sind stark verdickt und verholzt; in den Wänden findet man in der Regel viele Porencanäle.

Der Weichbast besteht aus Siebröhren, Bastparenchym und aus Längsreihen von krystallführenden (in der Regel einzelne prismatische Krystalle, seltener kleine Drusen enthaltenden) Zellen. Diese krystallführenden Zellen liegen meist unmittelbar an Hartbastzellen, seltener zerstreut im Weichbaste selbst; regelmässig aber in der Zelllage, welche den Hartbast bekleidet.

Das secundäre Holz besteht aus Gefässen, Tracheiden, Libriform und Ersatzfasern. Die meist weitlumigen Gefässe sind radial, in Gruppen, oder unregelmässig gelagert. Ihre Wandungen sind mit dicht gelagerten, meist kleinen, runden Hoftüpeln versehen. Ausser der einfachen Perforation der horizontalen oder schiefen Querwände der Gefässe beobachtete ich vereinzelt auch leiterförmige oder hie und da unvollständig perforirte Querwände, in welchem Falle die letzteren immer schief gelagert waren. Vom Libriform sind beiderlei Formen zu finden, sowohl das gefächerte als das ungefächerte, das letztere jedoch überwiegt immer. Das gefächerte Libriform enthielt reichlich Stärke. Hie und da zeigten die Libriformfasern scheidewandartige Gebilde, welche schon Sanio bei Libriformfasern öfters gefunden hat und als partielle Verdickung erklärt.

Das typische Holzparenchym konnte ich bei keiner Art der untersuchten Gattung finden; wohl aber treten an seine Stelle die

---

[1] l. c. *Kerria japonica* DC. und *Neriusia alabamensis* A. Gr.

von Sanio Ersatzfasern genannten Elemente, d. h. dünnwandige, meist spindelförmige oder an einem Ende abgestumpfte Zellen, welche ebenfalls wie das typische Holzparenchym nur einfach getüpfelt sind und reichlich Stärke führen. Die Wände jener Ersatzfasern, welche unmittelbar um die Gefässe gelagert sind, zeigten immer mehrere und etwas grössere Tüpfel als die nicht an die Gefässe gelagerten.

Intraxyläres Cambiform kömmt bei allen untersuchten Spiraeen vor; es verholzt jedoch mehr minder schon in der ersten Vegetationsperiode.

Während bei den *Kerrieen* nur die peripheren, dickwandigen sklerotischen Zellen des Markes (Markscheide) Stärke führten und die mittleren Markzellen nur Luft oder Krystalldrusen enthielten, kommt es bei einigen Arten der Gattung *Spiraea* vor, dass ausser den peripheren Markzellen auch mehrere, ja viele der mittleren Markzellen Stärke und noch mehr Gerbstoff führen. Nach A. Gries[1] (von dem die systematische Verwerthung der Anatomie des Markes begründet wurde) ist das Mark der dicotylen Holzgewächse homogen, d. h., wenn es — von den krystallführenden Zellen abgesehen — nur aus activen (stärke- und gerbstoffführenden) Zellen; heterogen, wenn es aus activen und leeren Zellen, endlich leer (inerte), wenn es nur aus luftführenden Zellen besteht. Das Mark der *Spiraea*-Arten ist fast ebenso wie das der *Kerrieae* gebaut, aber mit dem Unterschiede, dass hier bei einigen Arten die activen Zellen auch in der Mitte des Markes zerstreut vorkommen. Am Querschnitte erscheinen diese activen Zellen einzeln oder meist zu zwei bis drei zwischen leeren grösseren Zellen eingebettet; sie fallen durch ihren Inhalt (Stärke und Gerbstoff, welche durch die bekannten Reactionen sehr leicht nachzuweisen sind) gleich auf, auch sind sie etwas kleiner und immer dickwandiger als die sie umgebenden Zellen. Am Längsschnitte bilden sie kürzere oder längere continuirliche, selten anastomosirende Reihen.

---

[1] Mémoire sur la moëlle de plantes ligneuses. Nouvelles archives du muséum d'histoire naturelle T. VI. p. 201. — Auch K. Fritsch betont in seiner o. c. Abhandlung p. 14 den Bau des Markes als eines der wichtigsten Kennzeichen der Sectionen der Gattung *Rubus*.

Die Markstrahlen sind auch bei der Gattung *Spiraea* verschieden breit, jedoch erreichen die breiteren Markstrahlen niemals jene mächtige Entwicklung nach tangentialer Richtung, wie das bei der vorigen Gruppe der Fall war und sind meistens nur vier bis fünf Zellen breit. Ihre Zellen sind grösstentheils radial oder cubisch, sehr oft axial, niemals aber tangential gestreckt. Die zwischen den breiten Markstrahlen liegenden einreihigen Markstrahlen sind elliptisch und radial gestreckt. Am Tangentialschnitte sieht man, dass die beiden Enden der breiten Markstrahlen sehr oft in lange einreihige Fortsätze ausgezogen sind. Ihre Höhe beträgt 40—50 Zellen. Nur selten fand ich am Tangentialschnitt stark biconvexe und kurze Markstrahlen. Die einzelligen Markstrahlen sind meist 8—10 Zellen hoch. Die zwischen den Hartbast verlaufenden Markstrahlzellen sind verholzt und sclerotisch.

Das Periderm [1] wird bei sämmtlichen untersuchten Arten innerhalb der vollständig verkorkten Schutzscheide, mit der die primäre Rinde abschliesst, gebildet, also genau so, wie bei den letzten zwei Arten (*Kerria* und *Neviusia*) der vorigen Gruppe. Auch hier werden den Schutzscheidezellen — die auf den äusseren Tangentialwänden und auf der äussersten Hälfte der Radialwände verdickt sind — vollständig ähnliche Peridermzellen erzeugt, die ebenfalls genau so wie die Schutzscheidezellen verdickt sind. Phelloderm wird gewöhnlich nach der dritten Peridermzelle gebildet. Alle Peridermzellen erfahren später eine grössere oder kleinere tangentiale Streckung.

In den mehr oder minder stark rinnigen Blattstiel, welcher ebenfalls ein collenchymatisches Hypoderm besitzt, tritt immer nur ein Gefässbündel ein, welches ziemlich gross ist und eine halbmondförmige Gestalt hat. Die Seitennerven werden erst an der Basis der Lamina oder in der Nähe derselben abgegliedert.

Die primären Gefässe sind durch das intraxyläre Cambiform gelockert, was man besonders an der Basis des Blattstieles deutlich sieht; näher der Lamina aber verholzt dasselbe immer

---

[1] E. Weiss theilt in seiner o. c. Abhandlung die Spiraeaceen mit Rücksicht auf die Korkbildung in mehrere Gruppen. In die letzte Gruppe rechnet er folgende Arten: *Sp. chamaedryfolia, crenata, confusa, flexuosa, prunifolia, Schnabecki* und *pulchella*.

mehr und mehr. Bei einigen der untersuchten Arten der Gattung *Spiraea* sieht man an den Blattstielquerschnitten, wenn man sie von der Basis bis zur Lamina successive gemacht hat, dass die das Gefässbündel unmittelbar umgebende Zone des Grundgewebes immer mehr und mehr verholzt bis es in der unmittelbaren Nähe der Lamina ringsherum vollständig verholzt und eine mächtige Gefässbündelscheibe bildet. Am Längsschnitte erwiesen sich diese verdickten Elemente der Gefässbündelscheide als langgestreckte parenchymatische Elemente. Eine Andeutung einer solchen Scheide fand ich fast bei allen Arten der Gattung *Spiraea*.

Die Blattlamina zeigt auch bei dieser Gruppe einen mit dem normalen Bau der Dicotylenblätter übereinstimmenden Bau. Unter der oberen Epidermis ist das Pallisadengewebe meist in zwei bis drei Zelllagen vorhanden (bei *Sp. salcifolia* meist in einer Zelllage). Spaltöffnungen und Haare kommen nur auf der Unterseite vor; nur bei *Sp. crenata* fand ich Spaltöffnungen und Haare auch auf der oberen Seite. Manche Blätter dieser Pflanze zeigen eine Andeutung eines isolateralen Baues, worauf ich noch bei der speciellen Beschreibung dieser Pflanze zurückkomme.

Die Trichome sind immer einzellig, am Grunde zwiebelartig erweitert, von verschiedener Länge und mehr minder verholzt.

Krystalldrusen von oxalsaurem Kalk kommen in allen Pflanzentheilen vor; Einzelkrystalle nur in der Rinde.

Den Gerbstoff bei den Spiraeen hat schon Trécul[1] constatirt; über seine Vertheilung gibt er Folgendes an: „La distribution du tannin est également très remarquable dans certaines *Spiraea*, où il est contenu dans l'epiderme, dans une couche de cellules supraliberiennes, dans une autre autour de la moëlle, dans les rayons médullaires, et dans séries longitudinales de cellules qui le contiennent de même en abondance, et qui sont dispersées sous le liber, dans la moëlle et dans l'ecorce extraliberienne.“ Ich kann diese Angabe Trécul's nur bestätigen, da ich auch bei allen untersuchten Arten in den von ihm angegebenen Theilen (Epidermis, Rinde, Mark) den Gerbstoff reichlich gefunden habe.

---

[1] „Du tannin dans les Rosacées“. Comptes rendus de l'Acad. d. sc. à Paris 1865. I., p. 1035.

Besondere Rücksicht nahm ich auf die Vertheilung des Gerbstoffs im Marke, da es sich — wie aus der Einzelbeschreibung der Arten ersichtlich ist — für einige Arten charakteristisch erwies.[2]

Es folgt nun die Charakteristik der einzelnen Arten.

Spiraea crenata.

Jahrringgrenze und Markstrahlen makroskopisch nur mit Mühe, mikroskopisch jedoch ganz deutlich sichtbar. Nach den abgeplatteten Elementen der Herbstholzzone (hauptsächlich aus Tracheiden und einigen kleinlumigen Gefässen bestehend) treten die weitlumigen Frühjahrsgefässe meist zu drei bis vier in Gruppen vor. Ihre Wandungen sind mit schraubig angeordneten runden Hoftüpfeln versehen. Neben der einfachen Perforation der Gefässe kommt hie und da auch leiterförmige vor. Ersatzfasern finden sich zerstreut zwischen den Tracheiden und Libriformfasern. Gefächertes, stärkeführendes Libriform ist nur spärlich vorhanden.

Die Markscheide ist mächtig entwickelt; ihre mit zahlreichen Tüpfeln versehenen Zellen sind meist tangential gestreckt und führen reichlich Stärke und Gerbstoff. Die activen Zellen kommen zerstreut vor, einzeln oder zu 2—3 in Gruppen; an Längsschnitten bilden dieselben kürzere oder längere, selten anastomisirende Längsreihen. Die activen Zellen sind immer etwas kleiner und dickwandiger als die sie umgebenden leeren Zellen. Krystalldrusenführende Zellen kommen in der Regel nur in der Nähe der Markscheide vor.

Die breiten Markstrahlen sind meist fünfreihig und bestehen aus dickwandigen, meist radial gestreckten Zellen. Nur die Rindenmarkstrahlzellen sind deutlich axial gestreckt. — Die den Schutzscheidezellen anfangs völlig gleichen Peridermzellen erfahren später eine ziemlich starke tangentiale Streckung.

Wie schon bei der allgemeinen Charakteristik erwähnt, zeigt die Blattlamina sehr häufig einen vom typischen, abweichenden Bau. Es ist nämlich eine entschiedene Neigung zur Isolateralität vorhanden. Makroskopisch betrachtet, zeigen manche Blätter

---

[1] Trécul versuchte die Vertheilung des Gerbstoffs bei *Rubus*-Arten auch systematisch zu verwerthen; l. c. p. 1037.

beiderseits fast ein gleich deutliches Vorspringen der Nervatur. Mikroskopisch sieht man, dass die Pallisadenzellen bei den meisten Blättern von der oberen Epidermis fast bis zur unteren gleichmässig vertheilt sind, da sie nur durch eine einzige Lage rundlicher Zellen von der unteren Epidermis getrennt sind. Bei einigen Blättern ist auch diese eine Zelllage von rundlichen Zellen nicht vorhanden, so dass die Blattlamina ausser aus Epidermiszellen durchwegs aus dem Pallisadengewebe besteht. Auch Spaltöffnungen und Haare kommen beiderseits vor, jedoch auf der Unterseite immer in grösserer Zahl. Krystalldrusen treten zwischen den Pallisadenzellen ziemlich häufig auf.

Spiraea oblongifolia.

Die krystallführenden Schläuche des Weichbastes sind an der Peripherie desselben (in der unmittelbaren Nähe des Hartbastes) gelagert und führen verhältnissmässig grosse, prismatische Einzelkrystalle. Auch die ausserhalb des Hartbastes gelegene Zelllage führt ebenfalls prismatische Einzelkrystalle.

Jahrringe und Markstrahlen makroskopisch nur schwach, mikroskopisch deutlich sichtbar. Die weitlumigen Frühjahrsgefässe treten plötzlich auf, und zwar zu 3—4 in Gruppen. Die Wandungen der Gefässe sind mit kleinen dicht gedrängten Hoftüpfeln versehen. Die Querwände der Gefässe sind meist sehr schief und einfach perforirt. Die dickwandigen Tracheiden erweisen sich als mit ebenso grossen Tüpfeln versehen. Von Libriform kommt das ungefächerte vorwiegend vor; das gefächerte und stärkeführende Libriform nur spärlich. Ersatzfasern zerstreut wie bei *Sp. crenata.*

Die Markscheidezellen sind sehr stark verdickt, sklerotisch und tangential gestreckt; ihre Wandungen sind mit zahlreichen Porenkanälen versehen. Die activen Zellen sind auch bei dieser Art zwischen den grossen leeren Markzellen unregelmässig, meist vereinzelt, seltener in Gruppen zu 2—3 gelagert. Sie führen besonders reichlich Gerbstoff und sind durch ihre braungelbe Farbe sofort auffallend. Eisenchlorid zeigt einen eisengrünenden Gerbstoff in diesen Zellen an. Später färben sich die Inhalte tiefbraun bis schwarz. Am Längsschnitte sieht man, dass diese zerstreut liegenden activen Zellen lange continuirliche Reihen

bilden, die immer durch mehrere Zellreihen von luftführenden Zellen isolirt sind. Nur hie und da fand ich, dass diese Längsreihen activer Markzellreihen durch Querreihen activer Zellen verbunden sind.

Die Markstrahlen sind 1—4reihig, sehr selten fünfreihig und bestehen meist aus radial gestreckten oder cubischen Zellen. Die Rindenmarkstrahlen sind meist plötzlich kolbenförmig erweitert. Die Rindenmarkstrahlzellen enthalten nicht selten Einzelkrystalle.

Die Peridermzellen sind stark verdickt, besonders auf der Aussenseite, tafelförmig, mehr minder tangential gestreckt.

Auf der Unterseite des Blattstieles, besonders an der Insertionsstelle, zeigen die Hypodermzellen und die Zellen des Grundgewebes sklerenchymatische Ausbildung. Am Längsschnitte erscheinen diese sklerenchymatischen Zellen etwa um ein Drittel ihres Querdurchmessers verlängert.

Unter der oberen Epidermis sind die Pallisadenzellen in 2—3 Zellagen vorhanden; zwischen denselben kommen ziemlich grosse Krystalldrusen vor. Spaltöffnungen finden sich nur auf der Unterseite vor.

Spiraea chamaedryfolia.

Die verhältnissmässig weitlumigen Hartbastzellen treten meist in zwei Zelllagen auf. Der Weichbast ist wie bei der vorigen Art ausgebildet.

Jahrringgrenze makroskopisch nicht, mikroskopisch ziemlich deutlich sichtbar; Markstrahlen jedoch schon makroskopisch zu erkennen. Nach den englumigen und verdickten Elementen der Herbstholzzone treten plötzlich weitlumige Gefässe auf. Durchmesser der Herbstholzgefässe = 0·007 *mm*, der der Frühjahrsgefässe = 0·029 *mm*; ihre Wandungen, so wie die der Tracheiden, sind mit ziemlich grossen, runden Hoftüpfeln versehen, die letzteren zeigten hie und da auch spiralige Verdickung. Die bald kurz-, bald langgliedrigen Gefässe lagern meist in radialen Reihen oder zerstreut. Die Perforation der Gefässquerwände — die horizontal bis sehr schief gelagert sein können — ist eine einfache, runde oder elliptische. Ausser dem kommt nicht selten noch eine zweite Form der Durchbrechung vor, welche aus zahl-

reichen, nicht grossen runden oder meist elliptischen Poren besteht. An radialen Längsschnitten sieht man auch mehrere schiefe Querwände mit solch' unvollkommener Perforation; einige der Querwände zeigten statt Poren runde oder elliptische Tüpfel. Von Libriform kommt — wie das schon Sanios bei dieser Art gefunden hat — vorwiegend das ungefächerte vor. Ersatzfasern sind zerstreut gelagert.

Die peripheren activen Zellen des Markes bilden einen mächtigen Ring, sind auffallend verdickt und mit zahlreichen Porenkanälen versehen. Diese Zellen sind meist stark tangentialgestreckt und führen reichlich Stärke. Das mittlere Mark besteht nur aus luft- oder krystalldrusenführenden, ziemlich dünnwandigen und nur sehr schwach verholzten Zellen.

Die breiten Markstrahlen sind meist 4—5 Zellen, nur vereinzelt bis 7 Zellen breit. Die einzelnen Markstrahlzellen sind meist cubisch oder etwas radial gestreckt. Die der einreihigen Markstrahlen elliptisch, radialgestreckt. Nach Behandlung mit Chlorzinkjod färbt sich die Stärke der meisten Markstrahlen ziegel- bis violettroth, nicht unähnlich der Stärke des japanesischen Reises.

Die Peridermzellen sind genau so wie die Schutzscheidezellen verdickt und erfahren später eine mässige Tangentialstreckung. Das Phelloderm — welches, wie schon J. E. Weiss in seiner öfters citirten Abhandlung angibt — tritt nach der dritten oder vierten Peridermzelle auf und wird in mehreren Zelllagen gebildet.

Blattlamina wie bei der vorigen Art.

Spiraea ulmifolia.

Jahrringgrenze makroskopisch undeutlich, mikroskopisch durch weitlumige, jedoch nicht zahlreiche Gefässe erkennbar. Die Gefässe liegen meist in radialen Reihen seltener zerstreut. Die Perforirung derselben ist meist eine einfache, in der Umgebung des primären Holzes, wie schon Solereder[1] angibt, langgezogen elliptische. Auch unvollkommene Perforirung kommt

---

[1] Über den systematischen Werth der Holzstructur bei den Dicotyledonen. München 1885. S. 111.

mitunter in der Nähe des primären Holzes, wie bei der vorigen Art vor.

Neben ungefächertem findet sich auch gefächertes Libriform vor (nach Solereder gefächertes Prosenchym [1]). Der Bau des Markes und des Blattes stimmt mit dem der vorigen Art überein.

Spiraea japonica.

Jahrringgrenze makroskopisch nicht, mikroskopisch ziemlich deutlich sichtbar. Die Wandungen der Gefässe sind mit dicht gedrängten kleinen Hoftüpfeln versehen. Die meist kurzgliedrigen Gefässe sind einfach und nur äusserst selten leiterförmig perforirt. Die Tracheiden sind ebenso dickwandig wie das Libriform; es kommt auch gefächertes, stärkeführendes Libriform vor. Die Ersatzfasern liegen regellos.

Die activen, mässig verdickten Zellen des Markes finden sich nur an der Peripherie desselben. Das mittlere Mark besteht aus durchaus dünnwandigen, meist runden Zellen, die mit länglichen Tüpfeln versehen sind. Krystalldrusen kommen hier weniger vor, als bei *Sp. ulmifolia.*

Die breiten Markstrahlen sind 4—5 reihig. Die einzelnen Markstrahlzellen sind noch mehr als die peripheren Markzellen verdickt; sie erscheinen meist radial oder cubisch, seltener axial gestreckt. Alle Markstrahlzellen, so wie die Ersatzfasern führen reichlich Stärke.

Die nach aussen stark verdickten Peridermzellen, welche anfangs dieselbe Form und Grösse haben, wie die Zellen der Schutzscheide, erfahren später eine starke tangentiale Streckung.

Im Blattstiele, besonders in der Nähe der Lamina, ist die verholzte Gefässbündelscheide deutlich sichtbar. Blattlamina wie bei *Sp. oblongifolia* gebaut.

Spiraea salicifolia.

Der Hartbast tritt in mehreren Zelllagen auf, besonders mächtig ist er aber an den Spindeln der Blüthenstände entwickelt. Die Anhäufung der mechanischen Elemente in den Blüthenspindeln findet ihr Erklärung sofort, wenn man sich der hervorragend grossen

---

[1] Ebenda, S. 111.

pyramidalen Blüthensträussen dieses Strauches erinnert. Dass die starke Entwickelung der mechanischen Elemente das Tragvermögen und die Biegungsfestigkeit der Blüthenspindel im grossen Maasse verstärkt, brauche ich hier kaum besonders zu betonen.

An dem ziemlich harten Holze sind die Jahresringe makroskopisch nur mit Mühe, mikroskopisch jedoch sehr deutlich sichtbar. Auf die Herbstholzzone, welche aus sehr verdickten Faserelementen besteht und nur spärlich kleinlumige Gefässe enthält, folgt plötzlich die aus dicht nebeneinander liegenden weitlumigen Gefässen bestehende Frühjahrszone. Auch zeigen diese Frühjahrsgefässe am Querschnitte einen elliptischen Contour (mit der längeren Axe in der Richtung des Radius gestellt). Der Durchmesser der Herbstholzgefässe = 0·01—0·013, der der Frühjahrsgefässe = 0·031—0·037*mm*. Die Gefässe stehen einzeln oder paarweise in radialen Reihen oder auch regellos. Gefässperforirung wie bei der vorigen Art. Mark und Blattstiel zeigen ebenfalls denselben anatomischen Bau wie bei der vorigen Art.

Unter der oberen Epidermis ist das Pallisadengewebe in der Regel nur in einer Zelllage vorhanden.

Die Peridermzellen zeigen eine starke tangentiale Streckung.

III. Potentilleae.

Die Epidermis der untersuchten zwei Arten (*Potentilla fruticosa* und *P. davurica*) ist verhältnissmässig kleinzellig; ihre Zellen sind nach aussen stark verdickt. Collenchymatisches Hypoderm tritt in drei Zellagen auf. Das Rindenparenchym ist dünnwandig und weitlumig; nur spärlich führt es Krystalldrusen von Kalkoxalat.

Der Hartbast bildet einen sehr mächtigen Ring, welcher in der Regel grössere oder kleinere Rindenparenchymzellen einschliesst, die verholzt sind. Der Weichbast besteht aus Bastparenchym und Siebröhren.

Das secundäre Holz setzt sich der Hauptmasse nach aus Gefässen und Tracheiden zusammen; ausserdem kommen noch Ersatzfasern und Holzparenchym vor. Das primäre Holz besteht aus Schraubengefässen und Holzparenchym.

Jahrringgrenze makroskopisch nur mit Mühe, mikroskopisch jedoch durch das Auftreten weitlumiger meist elliptisch con-

tourirter Gefässe sehr deutlich sichtbar, wobei die längere Axe in der Richtung des Radius steht. Die Gefässwandungen, so wie die der Tracheiden, sind mit ziemlich grossen Hoftüpfeln versehen.

Die Markscheide besteht aus stark verdickten, sklerotischen Zellen, die mit zahlreichen, verhältnissmässig grossen Tüpfeln versehen sind. Das mittlere Mark setzt sich aus grossen luftführenden und aus kleineren gerbstoff-, hie und da auch aus krystalldrusenführenden Zellen zusammen. Die Markstrahlen sind meist ein-, selten zweireihig. Die einzelnen Markstrahlzellen, die wie die Markscheidezellen mit grossen Tüpfeln versehen sind, erscheinen in der Regel radial gestreckt, schmal, sehr stark verdickt und stärkeführend.

Während die Peridermbildung bei der Gattung *Spiraea* innerhalb einer verkorkten Schutzscheide — mit der die primäre Rinde abschliesst — ihren Anfang nimmt, beginnt sie bei Potentilleen noch tiefer, innerhalb des Hartbastes. Es kommen hier — wie das schon J. E. Weiss in seiner mehrmals citirten Abhandlung nachgewiesen hat — ausser Kork- auch Phelloidzellen vor, und zwar treten in dünneren Zweigen zwischen je zwei Korkzellen zwei Phelloidzellen auf; in dickeren Zweigen finden sich meist drei Phelloidzellen zwischen je zwei Korkzellen. Die Wandungen der Phelloidzellen zeigten eine schwache Cellulosereaction. Die Ablösung des Periderms erfolgt in langen papierdünnen Bändern.

Gerbstoff kommt sowohl in der Rinde als im Marke vor.

In den Blattstiel treten drei Gefässbündel ein. Jedes Gefässbündel besitzt um das Phloëm Bastfasern. Das mittlere Gefässbündel ist schon beim Eintritte immer grösser als die zwei seitlichen. In der Nähe des ersten Fiederpaares gliedert das mittlere Gefässbündel in der unmittelbarsten Nähe der seitlichen Gefässbündel je ein Gefässbündel ab, die nach Vereinigung mit den seitlichen in das erste Fiederpaar eintreten.

Unter der Blattstielepidermis ist das Hypoderm in zwei bis drei Zelllagen vorhanden. Das chlorophyllreiche Parenchym — ebenfalls in 2—3 Zellagen ausgebildet — ist von dem Grundparenchym ziemlich scharf abgegrenzt. Krystalldrusen kommen zerstreut vor.

Unter der oberen Epidermis der Blattlamina sind die Pallisadenzellen in zwei Zelllagen vorhanden; das Schwammparenchym, welches sehr kleine Lufträume bildet, ist ebenfalls in zwei Zelllagen vorhanden. Die Haare sind immer einzellig, sie kommen bei *P. fruticosa* beiderseits sehr reichlich vor, bei *P. davurica* dagegen habe ich sie nicht gefunden.

Potentilla fruticosa.

Am harten Holze sind die Jahresringe makroskopisch nur in geringem Maasse, mikroskopisch jedoch sehr deutlich sichtbar. Nach den dickwandigen, stark tangential abgeplatteten, fast tafelförmigen Elementen (auch die kleinlumigen Gefässe sind tangential abgeplattet) der Herbstholzzone treten unvermittelt in ein bis zwei Reihen weitlumige Frühjahrsgefässe auf, am Querschnitte mit rundlichem oder elliptischem Contour. Die Gefässe sind meist in radialer Anordnung, seltener regellos gelagert. Ihre Wandungen sind mit runden, meist spiralig geordneten Hoftüpfeln versehen; ihre Querwände nur einfach perforirt. Die dickwandigen Tracheiden sind ebenfalls mit runden Hoftüpfeln versehen und nur selten äusserst zart spiralig verdickt. Echtes Holzparenchym kommt, und zwar spärlich, in der Nähe der Gefässe vor; seine Zellen sind bis achtmal länger als breit und mit feinen einfachen Tüpfeln versehen. Ersatzfasern finden sich zwischen den Tracheiden zerstreut.

Die mittleren, grossen dünnwandigen Zellen sind spärlich getüpfelt; nur einzelne Zellen sind activ oder sie enthalten Krystalldrusen.

Die Peridermbildung wurde schon bei der allgemeinen Charakteristik erwähnt, ebenso der Bau der Blattlamina. Die langen einzelligen, am Grunde zwiebelartig erweiterten Haare zeigen eine schwache, am Grunde jedoch intensivere Holzstoffreaction.

Potentilla davurica.

Jahrringgrenze mikroskopisch noch deutlicher sichtbar als bei der vorigen Art, da nach dem unvermittelten Auftreten der weitlumigen Frühjahrsgefässe (meist nur in 2 Reihen) die darauffolgenden Gefässe wieder meist ebenso unvermittelt englumig werden. Die zahlreichen Gefässe sind bald kurz-, bald lang-

gliedrig. Die dickwandigen Tracheiden bilden mit den Gefässen die Hauptmasse des Holzes. Holzparenchym und Ersatzfasern wie bei *Potentilla fruticosa.*

Zwischen den spiraligen Leisten der primären Gefässe fand ich stellenweise behöfte oder einfache Tüpfel, die meist in die Quere gezogen waren.

Die Markscheide ist noch mehr verdickt als bei *Pot. fruticosa,* ebenso die radial gestreckten 1—2reihigen Markstrahlen, die an jungen Stengeln einen schwach geschlängelten Verlauf haben und deshalb am Querschnitte ein auffälliges Bild zeigen. Die activen, reichlich gerbstoffführenden Zellen des Markes liegen zerstreut.

Die Blattlamina zeigt denselben Bau, wie die der oben genannten Art, nur mit dem Unterschiede, dass hier die Epidermiszellen noch dickwandiger und cuticularisirt sind.

Ich kann bei der Besprechung des anatomischen Baues dieser Pflanze eine merkwürdige Erscheinung derselben nicht unerwähnt lassen. Viele Stengel von *Pot. davurica* scheinen nämlich aus zwei Stengeln zusammengewachsen zu sein. Macht man einen Querschnitt durch einen solchen Stengel, so sieht man schon makroskopisch, dass von einer Verwachsung nicht die Rede sein kann, sondern, dass wir hier eine pathologische Erscheinung vor uns haben. An dem etwa bisquitförmigen Stengelquerschnitte sieht man, dass die eine, das Mark enthaltende Hälfte braun gefärbt und mehr minder vollständig abgestorben ist. Das Mark, besonders aber die Markscheide und die Markstrahlen, sind mit einer harzigen Masse vollständig erfüllt; auch die Rinde ist grösstentheils abgestorben. Der grösste Theil des Cambiums des zuerst ganz regelmässig gebauten Stengels stirbt wahrscheinlich in Folge einer äusseren Verletzung frühzeitig ab, und nur ein Theil desselben, etwa ein Viertel, setzt das Wachsthum und die Verdickung des Stengels weiter fort, und zwar so, dass die von diesem Zeitpunkte an gebildeten Jahresringe mehrmals geschlängelt und excentrisch erscheinen. Ebenso nehmen auch die Markstrahlen einen geschlängelten Verlauf. (Fig. 10.)

Aus meinen Untersuchungen geht hervor, dass zwei Arten der *Kerrieae (Focke): Kerria japonica* und *Neviusia alabamensis* unter sich in allen wesentlichen anatomischen Merkmalen übereinstimmen, während die dritte Art derselben Gruppe, *Rhodotypus kerrioides*, welche sich auch morphologisch von den beiden früher genannten Arten wesentlich unterscheidet, nämlich durch die gegenständige Stellung der Blätter, durch den tetrameren Blüthenbau und durch den sonderbaren über den Carpellen zusammenschliessenden Discus [1], auch in einem anatomischen, für die Systematik verwerthbaren Merkmale von den beiden anderen Gattungen wesentlich verschieden ist. Dieser wichtige Unterschied besteht in dem Orte der Peridermanlage. Während nämlich bei *Rhodotypus* die Peridermbildung in der ersten unterhalb der Epidermis gelegenen Zellreihe ihren Anfang nimmt (was nebenbei bemerkt vielleicht auf eine Verwandschaft mit den Amygdaleen hinweist), beginnt sie bei *Kerria* und *Neviusia* innerhalb einer verkorkten Schutzscheide, mit der die primäre Rinde abschliesst.

Auf Grund dieses Unterschiedes wäre *Rhodotypus* aus der Gruppe der *Kerrieae* auszuschliessen und weitere Untersuchungen sollten seine Stellung im System feststellen.

Das Vorhandensein und dieselbe Vertheilung der activen Zellen im Marke von *Spiraea crenata* und *Sp. oblongifolia* spricht für die nähere Zusammengehörigkeit derselben. *Spiraea chamaedryfolia* und *Sp. ulmifolia* stimmen anatomisch mit einander überein. *Spiraea japonica* nähert sich anatomisch am meisten der *Sp. salicifolia*, aber auch der *Sp. chamaedryfolia.*

Was die Mittelstellung der *Kerrieae* zwischen *Spiraeae* und *Potentilleae* anbelangt, so wäre dieselbe für die zwei zuerst genannten Arten, *Kerria* und *Neviusia*, im Allgemeinen gerechtfertigt, denn sie stimmen mit der Gattung *Spiraea* in Bezug auf die Initiale und den Bau des Periderms vollständig überein (dieselbe beginnt bei *Kerria* und *Neviusia* ebenso wie bei der Gattung *Spiraea* innerhalb der verkorkten Schutzscheide, mit der die

---

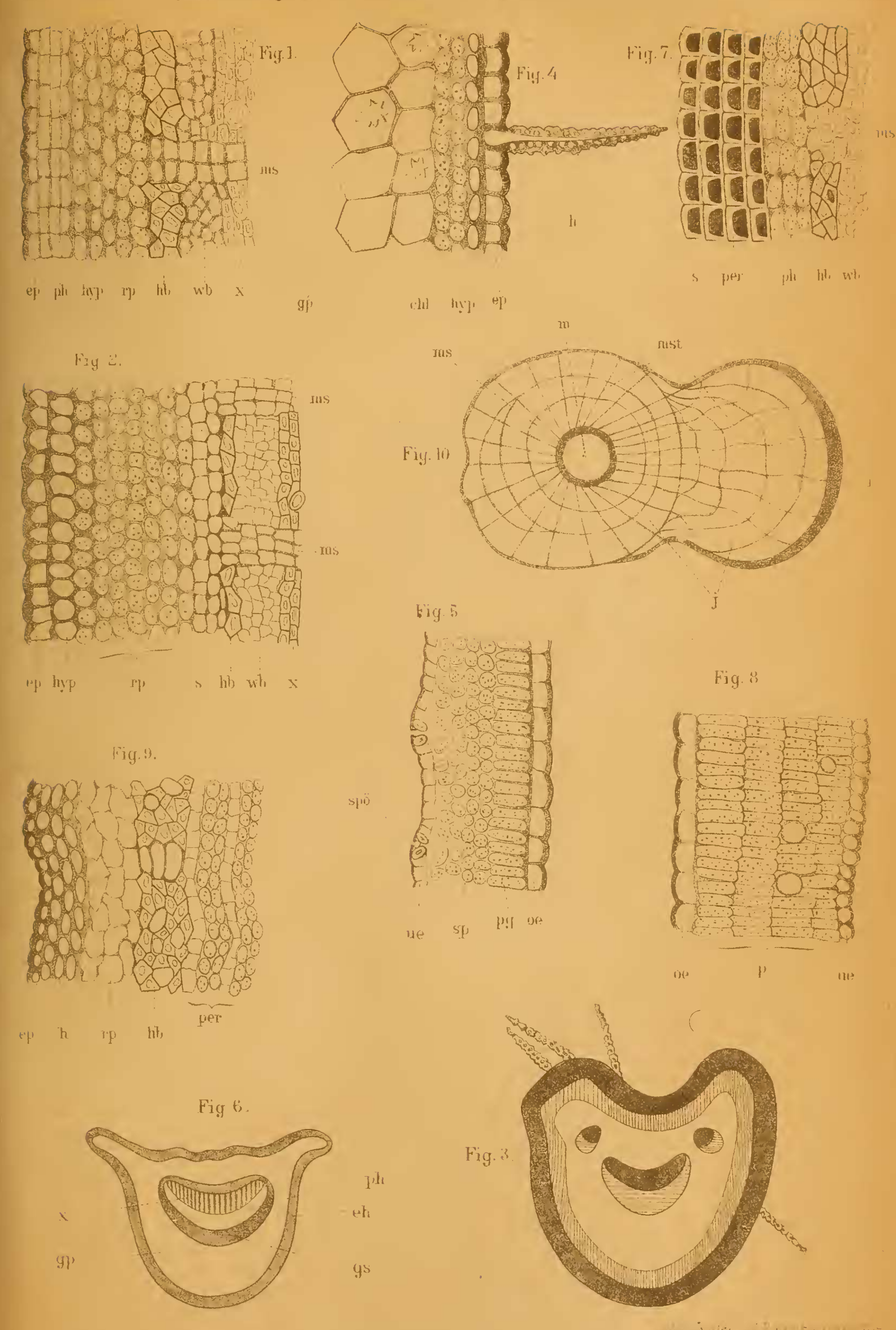
[1] Maximowicz, der diese Unterschiede in seiner, in der Einleitung citirten Abhandlung p. 130 für *Rhodotypus* angegeben hat, stellte *Rhodotypus* doch (sammt *Kerria* und *Neviusia*) zu den Rubeen.

primäre Rinde abschliesst und hat denselben Bau wie die Schutzscheide selbst), während das Periderm bei den Potentilleen innerhalb des Hartbastes beginnt und auch Phelloidzellen führt; anderseits stimmen sie in dem anatomischen Bau des Holzes mit den Potentilleen überein, da das Holz bei Kerrieen wie bei den Potentilleen aus Gefässen, Tracheiden, Holzparenchym und Ersatzfasern besteht. Das secundäre Holz der Gattung *Spiraea* unterscheidet sich von dem der beiden anderen Gruppen dadurch, dass es statt Holzparenchym ausschliesslich Ersatzfasern führt und zweitens dadurch, dass es noch sowohl ungefächertes als gefächertes Libriform enthält.

Durch die Breite der Markstrahlen nähert sich die Gattung *Spiraea* viel mehr der Gruppe *Kerrieae* als den Potentilleen, die meist nur 1—2 reihige Markstrahlen haben. Das Mark der Spiraeen und Potentilleen ist reichlich gerbstoffführend und unterscheidet sich dadurch von dem der Kerrieen.

Wenn ich bei dieser vergleichend-anatomischen Untersuchung auch nur wenig Arten prüfte und dieselbe deshalb fragmentarisch erscheint, so ist aus ihr doch ersichtlich, dass die anatomische Methode, wenn man alle constanten, in der Systematik verwerthbaren anatomischen Merkmale berücksichtigt, für letztere von grosser Wichtigkeit ist, besonders aber in jenen Fällen, wo es sich um den Nachweis der natürlichen Verwandtschaft solcher Gruppen handelt, deren Stellung im System bisher zweifelhaft geblieben ist.

Schliesslich sei mir gestattet, auch an dieser Stelle meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. Wiesner für die mannigfache Unterstützung bei meiner Arbeit meinen innigsten Dank auszusprechen. Auch Herrn Dr. K. Fritsch, Privatdocenten in Wien, auf dessen Anregung ich diese Arbeit unternahm, sage ich für die freundliche Unterstützung, die er mir im pflanzenphysiologischen Institute während der Ausführung der Untersuchung zu Theil werden liess, meinen besten Dank.


Fig. 1.
ms
ep ph hyp rp hb wb x
Fig. 4
h
gp
chl hyp ep
Fig. 7.
ms
s per ph hb wb
Fig. 2.
ms
ms
ep hyp rp s hb wb x
m
ms
mst
Fig. 10
j
Fig. 5
Fig. 8
Fig. 9.
spö
ue sp pg oe
oe p ue
ep h rp hb
per
Fig 6.
Fig. 3.
ph
eh
x
gp
gs